

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3732856 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 37 32 856.5
㉑ Anmeldetag: 29. 9. 87
㉒ Offenlegungstag: 6. 4. 89

⑤1 Int. Cl. 4:
G01F 13/00
G 01 F 1/32
G 01 F 1/68
F 02 D 41/18

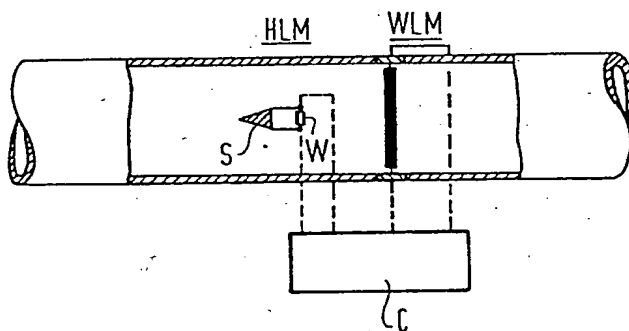
DE 3732856 A1

㉗1 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉗2 Erfinder:
Mágori, Valentin, Dipl.-Phys., 8000 München, DE

⑤4 **Intelligenter Luftmengenmesser**

Ein intelligenter Luftmengenmesser, insbesondere zur Anwendung auf KFZ-Verbrennungsmotoren, bei dem vorgesehen ist, daß ein an sich bekannter Wirbelstraßen-Luftmengenmesser (WLM) und ein ebenfalls an sich bekannter Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengenmesser (HLM) derart räumlich in dem verwendeten Luftströmungskanal angeordnet in einer Einheit zusammengefaßt sind und derart über eine in dieser Einheit vorgesehene elektronische Schaltungsanordnung (C) zusammenwirken, daß sich die den mit dem Wirbelstraßen-Luftmengenmesser (WLM) und dem Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengenmesser (HLM) durchzuführenden Meßverfahren anhaftenden unterschiedlichen Nachteile gegenseitig aufheben.



DE 3732856 A1

Patentansprüche

1. Intelligenter Luftmengenmesser, insbesondere zur Anwendung auf KFZ-Verbrennungsmotoren, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein an sich bekannter Wirbelstraßen-Luftmengen-Messer (WLM) und ein ebenfalls an sich bekannter Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messer (HLM) derart räumlich in dem verwendeten Luftströmungskanal angeordnet in einer Einheit zusammengefaßt sind und derart über eine in dieser Einheit vorgesehene elektronische Schaltungsanordnung (C) zusammenwirken, daß sich die den mit dem Wirbelstraßen-Luftmengen-Messer (WLM) und dem Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messer (HLM) durchzuführenden Meßverfahren anhaftenden unterschiedlichen Nachteile gegenseitig aufheben.
2. Intelligenter Luftmengenmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Schaltungsanordnung (C) ein Mikrokontroller, vorzugsweise des Typs SAB 80 535, ist.
3. Intelligenter Luftmengenmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der Verwendung eines Hitzdraht-Luftmengen-Messers (HLM) ein Hitzdraht (W) und/oder die elektronische Schaltungsanordnung (C) in Form eines gekapselten Bausteins mit einem Störkörper (S) des Hitzdraht-Luftmengen-Messers (HLM) mechanisch verbunden ist.
4. Intelligenter Luftmengenmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der Verwendung eines Hitzdraht-Luftmengen-Messers (HLM) ein Hitzdraht (W) und/oder die elektronische Schaltungsanordnung (C) als gemeinsame mechanische Einheit als eine in einen Luftansaugtrakt einführbare Sonde ausgeführt ist.
5. Intelligenter Luftmengenmesser nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in einen Störkörper (S) des Hitzdraht-Luftmengenmessers ein Temperatursensor integriert ist.
6. Verfahren zum Betrieb des intelligenten Luftmengenmessers nach einem der Ansprüche 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirbelstraßen-Luftmengen-Messer (WLM) und der Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messer (HLM) in einem gemeinsamen hinreichend bewertbaren Arbeitsbereich kalibriert werden, wozu Kalibrierungskonstanten in einem der elektronischen Schaltungsanordnung zugeordneten RAM oder EEPROM abgelegt und bei Abweichungen von aus aktuellen Messungen ermittelten Werten vorzugsweise adaptiv aktualisiert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kalibrierung an zumindest zwei Arbeitspunkten und unter Berücksichtigung der Form der Kennlinien, nämlich der linearen Kennlinie des Wirbelstraßen-Luftmengen-Messers (WLM) und der gekrümmten Kennlinie des Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messers (HLM) durchgeführt wird, wodurch eine zusätzliche gegenseitige Kalibrierung nach der Luftmenge ermöglicht ist.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten mit hoher Auflösung, nämlich bei steiler Kennlinie, mit dem Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messer (HLM) gemessen wird, wodurch eine einfache Auswerteprozedur

ermöglicht ist, und daß die Auswertung bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten vorwiegend auf den Wirbelstraßen-Luftmengen-Messer (WLM) wegen dessen linearer Kennlinie und dessen hoher zeitlicher Auflösung gestützt ist, wodurch sich eine problematische präzise Auswertung der in diesem Bereich sehr flachen Kennlinie des Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messers (HLM) erübrigt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch Vergleich der Meßergebnisse des Wirbelstraßen-Luftmengen-Messers (WLM) und des Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messers (HLM) die Richtung der Strömung ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6—8, dadurch gekennzeichnet, daß während einer Rückströmung oder während des "Anfahrens" der Wirbelstraße nur der von dem Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messer (HLM) gemessene Wert bei der Bewertung berücksichtigt wird.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen intelligenten Luftmengenmesser, insbesondere zur Anwendung auf KFZ-Verbrennungsmotoren.

In der Automobiltechnik werden derzeit zur Messung der von Ottomotoren angesaugten Luftmenge überwiegend mechanische Stauklappen-Luftmengenmesser verwendet. Andere bekannte Meßeinrichtungen, nämlich der Wirbelstraßen-Luftmengen-Messer und "thermische" Luftmengen-Messer nach dem Hitzdraht- oder Heißfilmverfahren, finden wegen der noch unzureichend gelösten technischen Probleme nur zögernd Anwendung, obwohl für nicht-mechanische Luftmengen-Messer im Prinzip ein großer Bedarf bestünde.

Probleme bei dem HLM (= Hitzdraht- oder Heißfilm-Luftmengen-Messer) ergeben sich durch seine Anfälligkeit gegen Veränderungen der Kalibrationskonstanten bei Ablagerungen oder Abrasion, seine Empfindlichkeit gegenüber Strömungsprofileinflüssen und insbesondere die Tatsache, daß Strömungen unabhängig von ihrer Richtung bewertet werden, was bei transienten Rückströmungen zu starken Verfälschungen der Meßresultate führen kann. Desweiteren erweist sich die stark nichtlineare Kennlinie, die bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten sehr flach verläuft und bei pulsierenden Strömungen zu Mittelungsfehlern führt, als problematisch. Dem gegenüber stehen die Nachteile des WLM (= Wirbelstraßen-Luftmengen-Messer), der nur auf Strömungen in einer Richtung anspricht und der ohne besondere Maßnahmen nur die Geschwindigkeit des Luft-Volumenflusses, nicht aber die eigentlich interessante Geschwindigkeit des Luft-Mengenflusses zu messen vermag.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Luftmengenmesser der eingangs genannten Art zu schaffen, der die unterschiedlichen Nachteile der bekannten Luftmengen-Meßprinzipien auf relativ kostengünstige Weise zuverlässig und mit einfachen Mitteln durch Zusammenwirken unterschiedlicher Meßprinzipien aufhebt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird durch einen intelligenten Luftmengenmesser gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 gelöst, der durch die in dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale charakterisiert ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind

durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale gekennzeichnet.

Die vorliegende Erfindung besteht im Grunde genommen darin, die beiden Prinzipien, "WLM" und "HLM", zu einem "Smart-Sensor" (= "Intelligenter Sensor") zu kombinieren. Dabei wird von dem Gedanken ausgegangen, daß die Probleme der einzelnen Prinzipien unterschiedlicher Natur sind und daß außerdem die problematischen Betriebsbereiche, die aufwendige Präzision erfordern, bei den Meßprinzipien unterschiedlich liegen. Somit ergibt sich durch die Kombination der Meßprinzipien die Möglichkeit, die Probleme der Einzelmeßprinzipien zu eliminieren und den Aufwand für die notwendige Präzision erheblich zu vermindern. Ein erfindungsgemäß ausgeführter Luftmengenmesser könnte gegenüber einem nach einem der Einzel-Verfahren ausgeführten neben verbesserter Funktion u. U. sogar noch Preisvorteile bieten. Die elektronische Schaltung des erfindungsgemäßen intelligenten Luftmassenmessers ist z. B. mittels eines integrierten Mikrokontrollers zu verwirklichen, z. B. mit einem des Typs SAB 80 535 der Siemens AG. Bei entsprechender Stückzahl könnte die intelligente elektronische Auswertung auch als "ASIC" (Application Specific IC) ausgeführt werden.

Denkbare Ausführungsformen und Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend stichpunktartig beschrieben:

- a) Kalibration des HLM durch den WLM in einem gemeinsamen guten Arbeitsbereich.
- b) Durch Kalibration an zwei oder mehreren Arbeitspunkten und Berücksichtigung der Form der Kennlinien (WLM linear, HLM gekrümmt) wird zusätzlich eine gegenseitige Kalibration nach Luftmenge ermöglicht.
- c) Kalibrationskonstanten werden in einem RAM oder EEPROM gespeichert und bei Abweichung zu aus aktuellen Messungen ermittelten Werten (evtl. adaptiv) erneuert.
- d) Bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten wird mit hoher Auflösung (steiler Kennlinie) mit dem HLM gemessen; dies ermöglicht einfache Auswertverfahren (z. B. FM-Demodulation) beim WLM.
- e) Bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten wird die Auswertung vorwiegend auf den WLM wegen dessen linearer Kennlinie und dessen hoher zeitlichen Auflösung gestützt. Die problematische präzise Auswertung der in diesem Bereich sehr flachen Kennlinie des HLM wird dann normalerweise überflüssig.
- f) Durch Vergleich mit WLM kann beim HLM die Richtung der Strömung unterschieden werden.
- g) Während einer Rückströmung und evtl. während des "Anfahrens" der Wirbelstraße gilt der vom HLM gemessene Wert.
- h) Die Luftdichte ergibt sich als Quotient der Meßwerte von HLM und WLM. Die Temperatur der Luft kann auch aus der Schallgeschwindigkeit, die sich bei der Ultraschall-Abtastung der Wirbel als Laufzeit oder Phase äußert, ermittelt werden. Aus Dichte und Temperatur folgt Luftdruck.
- i) Auf Grund der fortwährenden Kalibrierung und Überwachung kann beim HLM u. U. auf die analoge Differenzbildung einer Brückenordnung verzichtet werden. Es können einfache beheizte Leiter – von einer Spannungs- oder Stromquelle gespeist – oder in einer Spannungsteilerschaltung verwen-

det werden. Die an bzw. in der Meßanordnung auftretenden Spannungs- oder Stromwerte können nach Analog-Digital-Wandlung in einen μC eingespeist werden und gegenseitig sowie mit anderen Werten (Temperatur, WLM-Wert) verrechnet werden.

j) Die Detektion der Wirbel könnte u. U. mit dem Hitzdraht bzw. den Hitzdrähten (Heißfilm(en)) des HLM erfolgen; auf der Ultraschall-Detektion der Wirbel könnte dann verzichtet werden.

k) Der Hitzdraht (Heißfilm) und/oder auch die Anordnung der elektronischen Auswerteschaltung ist mit dem Störkörper mechanisch verbunden oder als gemeinsame mechanische Einheit, eventuell auch als in einen Luftansaugkanal einführbare Sonde ausführbar. Dabei kann bedarfsweise ein Temperatursensor in den Störkörper integriert werden.

Selbstverständlich ist die erfindungsgemäße Durchflußmeßeinrichtung nicht auf die Anwendung als Luftmengenmesser für Ottomotoren beschränkt. Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich beispielsweise in der industriellen Durchflußmeßtechnik.

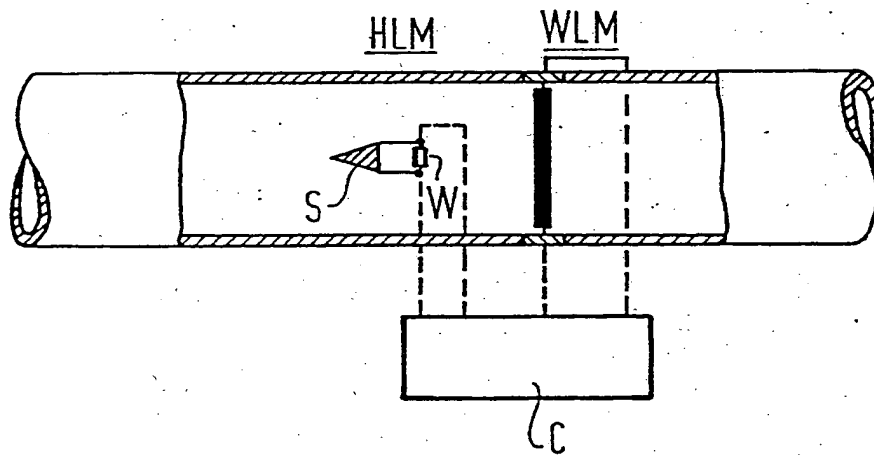
NACHGERICHTE

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

37 32 856
G 01 F 13/00
29. September 1987
6. April 1989

3732856

1/1



908 814/455